

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Energías Renovables**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Tecnología de Células Fotovoltaicas  
(2023 - 2024)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>Tecnología de Células Fotovoltaicas</b>	Código: <b>835922102</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias. Sección de Física</b></li><li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Energías Renovables</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2018 (Publicado en 2018-06-04)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Física</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li><li>- Curso: <b>2</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatorio</b></li><li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)</b></li></ul>	

## 2. Requisitos de matrícula y calificación

No

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>RICARDO LUIS GUERRERO LEMUS</b>
- Grupo: <b>1</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>RICARDO LUIS</b></li><li>- Apellido: <b>GUERRERO LEMUS</b></li><li>- Departamento: <b>Física</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li></ul>

<b>Contacto</b> - Teléfono 1: <b>922318306</b> - Teléfono 2: - Correo electrónico: <b>rlemus@ull.es</b> - Correo alternativo: - Web: <b>http://www.campusvirtual.ull.es</b>						
<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Jueves	14:00	18:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	28
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:00	16:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	online
Observaciones:						
<b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:00	16:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	online
Todo el cuatrimestre		Jueves	14:00	18:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	37
Observaciones:						
<b>Profesor/a: CECILIO HERNANDEZ RODRIGUEZ</b>						
- Grupo:						
<b>General</b> - Nombre: <b>CECILIO</b> - Apellido: <b>HERNANDEZ RODRIGUEZ</b> - Departamento: <b>Física</b> - Área de conocimiento: <b>Física Aplicada</b>						

**Contacto**

- Teléfono 1: **922318243**
- Teléfono 2: **922318101**
- Correo electrónico: **chdezr@ull.es**
- Correo alternativo: **chdezr@ull.edu.es**
- Web: **https://chdezr.webs.ull.es**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Jueves	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Viernes	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Viernes	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34

Observaciones: Lugar: Edificio de Física y Matemáticas, 4ª Planta. Ala Norte. Despacho 34. También se atiende en el correo electrónico del profesor durante los días lectivos. Durante el curso se informará de posibles cambios.

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Martes	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Miércoles	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34

Todo el cuatrimestre		Miércoles	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
----------------------	--	-----------	-------	-------	--	----

Observaciones: Lugar: Edificio de Física y Matemática, 4ª Planta, Ala Norte. Despacho 34. También se atiende en el correo electrónico del profesor durante los días lectivos. Durante el curso se informará de posibles cambios.

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Obligatoria**  
Perfil profesional:

#### 5. Competencias

##### Competencias Generales

- G1** - Dominar el lenguaje científico-técnico de las energías renovables, y los conocimientos y razones últimas que lo sustentan a públicos especializados y no especializado de una forma clara y sin ambigüedades
- G2** - Realizar investigación y desarrollo de forma independiente en el ámbito de las energías renovables
- G3** - Trabajar en equipos multidisciplinares y/o internacionales en el ámbito de las energías renovables, empleando herramientas colaborativas

##### Competencias Básicas

- CB6** - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7** - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB8** - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- CB9** - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10** - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

##### Competencias Específicas

- E1** - Evaluar las ventajas e inconvenientes de cada una de las distintas fuentes de energía renovable.

#### 6. Contenidos de la asignatura

#### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Contenido teórico:

Tema 1. Física de semiconductores.

Tema 2. Procesos de fabricación de células de primera generación.

Tema 3. Técnicas de caracterización básicas.

Tema 4. Técnicas de caracterización específicas de células fotovoltaicas.

Tema 5. Procesos de fabricación células fotovoltaicas de segunda generación.

Tema 6. Procesos de fabricación de células de tercera generación.

Tema 7. Aspectos básicos del mercado de células fotovoltaicas.

Prácticas en laboratorio con simulador solar y con dispositivos de medidas de características solares, así como con software de simulación de células fotovoltaicas y de procesos de fabricación de células en una línea de producción.

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

Análisis y discusión de artículos de investigación en células fotovoltaicas.

### 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

#### Descripción

Clases teóricas.

Clases prácticas para la discusión de artículos de investigación.

Utilización de herramientas TIC en la plataforma Moodle para la evaluación continua y entrega de trabajos.

Tutorías presenciales y virtuales.

#### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	40,00	0,00	40,0	[CB10 ], [CB8 ], [CB6 ], [G1]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	10,00	0,00	10,0	[CB10 ], [CB8 ], [CB6 ], [G2]

Realización de trabajos (individual/grupal)	4,00	0,00	4,0	[E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	32,00	32,0	[E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	14,00	14,0	[E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Preparación de exámenes	0,00	18,00	18,0	[CB10 ], [CB8 ], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CB10 ], [CB8 ], [CB6 ], [G1]
Asistencia a tutorías	3,00	0,00	3,0	[G3], [G2], [G1]
Preparación de trabajos	0,00	26,00	26,0	[E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

- Tecnología de Células Fotovoltaicas. B. González-Díaz and R. Guerrero-Lemus. Editorial Académica Española (2013). ISBN 978-3-659-05463-1.
- Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion, Martin A. Green, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-40137-7.
- Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films, Hans Lüth, 1995 Springer Verlag, ISBN 3-540-42331-1.

### Bibliografía Complementaria

### Otros Recursos

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La evaluación de la asignatura se llevará a cabo según el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna, o el reglamento vigente en cada momento.

La **EVALUACIÓN CONTINUA** del alumnado se realizará de acuerdo a los siguientes apartados:

Por norma general la evaluación será continua, para lo cual el alumnado deberá acreditar al menos un 80% de asistencia a las clases y la realización del 100% de las actividades programadas e incluyendo las pruebas finales programadas para el final del cuatrimestre.

La evaluación final se realizará de acuerdo a los siguientes porcentajes:

- C1 Trabajos y proyectos: 40%.
- C2 Actividades en el aula de docencia virtual: 20%
- C3 Examen final: 40%
  - o C3.1 Cuestionario tipo test: 20%.
  - o C3.2 Problemas y/o casos prácticos: 20%.

La evaluación de los trabajos y proyectos se hará mediante la realización de uno o dos informes, máximo por parte del alumnado, en inglés al menos en un 50% (podrá elevarse al 100% a criterio del profesor) en el que profundice en relación a los contenidos impartidos por el profesor dentro de la asignatura. El informe podrá ser sometido a exposición por parte del alumnado, y preferentemente en inglés (a criterio del profesor).

Un 20% de la calificación final se asignará en función de la participación y realización de distintas actividades a través Unidad de Docencia Virtual dentro del proceso de evaluación continua, donde habrá, como máximo, un cuestionario por tema. Si el alumnado no participa en la evaluación continua, dicho 20% se sumará al porcentaje de la calificación final que supone el examen tipo test, de forma que éste alcanzará el 40% de la calificación final.

Para poder superar la asignatura será necesario contestar correctamente, al menos, 2/3 de las preguntas del apartado C3.1 y obtener al menos una calificación de 3.5 sobre 10 en el apartado C3.2.

Se considerará que el estudiante se ha presentado a la convocatoria cuando se haya presentado al 61% de las pruebas que conforman la evaluación.

### **EVALUACIÓN ÚNICA.**

El alumnado tendrá derecho a la evaluación única. La contribución a la calificación final de los diferentes apartados será la siguiente:

- A1 Trabajos y proyectos: 40%.
- A2 Examen final: 60%
  - o A2.1 Cuestionario tipo test: 40%.
  - o A2.2 Problemas y/o casos prácticos: 20%.

Los trabajos y proyectos deberán entregarse como plazo máximo el día del examen. La estructura del examen será la misma añadiendo una parte adicional en el examen tipo test correspondiente a las actividades de la docencia virtual. Los mínimos de puntuación establecidos en la evaluación alternativa para la parte A2.1 y A2.2 serán los mismos que los exigidos en la evaluación continua (2/3 de las preguntas tipo test y al menos un 3.5 sobre 10 en A2.2).



El estudiantado podrá renunciar a la evaluación continua antes de que se celebren las pruebas que conforman el 61% de la evaluación.

En el caso de que el alumnado quiera evaluarse de la asignatura durante el año académico en el que la misma no se imparte, al tratarse de un máster con carácter bienal, deberá comunicar mediante correo electrónico al profesor responsable que figure en de la guía docente, en un plazo no inferior a 7 días naturales anteriores a la fecha de la convocatoria a la que piensa y/o tiene la intención de presentarse. Se recuerda, además que en dichos años académicos la asignatura no tiene convocatoria en septiembre.

### **CONVOCATORIAS EXTRAORDINARIAS (QUINTA Y SEXTA)**

El alumnado que se encuentre en la quinta o posteriores convocatorias y desee ser evaluado por un Tribunal, deberá presentar una solicitud a través del procedimiento habilitado en la sede electrónica, dirigida al Director/a de la EDEP. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación mínima de diez días hábiles al comienzo del periodo de exámenes.

Con carácter general, la evaluación en estas convocatorias extraordinarias consistirá en la realización de un examen escrito sobre los CONOCIMIENTOS TEÓRICOS; un examen escrito y práctico para valorar los CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS; y un examen escrito para evaluar OTROS CONOCIMIENTOS. Estos dos últimos exámenes sólo deberán realizarlos aquellos alumnos que hubieran obtenido una calificación inferior a 5 en la valoración continua realizada durante el curso. La ponderación de cada uno de ellos coincide con la descrita anteriormente.

#### **Estrategia Evaluativa**

<b>Tipo de prueba</b>	<b>Competencias</b>	<b>Criterios</b>	<b>Ponderación</b>
Pruebas objetivas	[CB6 ], [G1]	Contestar un mínimo de 2/3 de las preguntas correctamente para poder aprobar y ser evaluado en el resto de pruebas	40,00 %
Pruebas de desarrollo	[CB10 ], [G3], [G2]	Diseñar y simular con PC1D una célula fotovoltaica y simular el proceso de fabricación. Máxima calificación a quien consiga la máxima eficiencia, mínimo coste y lo razone de acuerdo con parámetros conocidos.	40,00 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[CB9], [CB7]	Exposición y discusión de artículo de investigación (revistas: Progress in Photovoltaics o Solar Energy Materials and Solar Cells). Se valorará la complejidad del tema, el avance tecnológico implícito en el artículo y la capacidad para expresarse	10,00 %
Actividad en el aula de docencia virtual	[E1], [CB8 ], [CB7]	Realización de cuestionarios correctamente y participación en los foros	10,00 %

## **10. Resultados de Aprendizaje**

Conocer y entender los distintos procesos de fabricación de células fotovoltaicas, aplicando los conocimientos adquiridos. Dominar el lenguaje científico-técnico en células fotovoltaicas y ser capaz de expresarse correctamente, tanto oralmente como por escrito.

Conocer los nuevos campos de investigación y desarrollo en células fotovoltaicas.

Conocer y saber describir las distintas técnicas de fabricación de células fotovoltaicas

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

Se pueden producir algunos cambios en función de la evolución de la asignatura y de las festividades que afecten al horario.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 2:	1	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	2	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 4:	3	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 5:	3	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	4	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 7:	4	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	5	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	6	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	6	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	7	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	3.00	7.00

Semana 12:		Trabajos prácticos con programas de simulación	4.00	3.00	7.00
Semana 13:		Trabajos prácticos con programas de simulación	4.00	3.00	7.00
Semana 14:		Trabajos prácticos con programas de simulación	2.00	3.00	5.00
Semana 15:		Repaso de contenidos adquiridos	2.00	3.00	5.00
Semana 16 a 18:		Evaluación y trabajo autónomo del alumnado.	4.00	15.00	19.00
Total			60.00	90.00	150.00